Aus den Medizinischen Universitätskliniken
Würzburg: Vorstand Professor Dr. E. Grafe
Freiburg: Vorstand Professor Dr. H. Bohnenkamp

Versuche zur Messung der Gesamtstrahlung des Menschen in einem großräumigen Bolometer.

Inaugural-Dissertation
zur
Erlangung der Medizinischen Doktorwürde
einer
Hohen medizinischen Fakultät
der
Albert-Ludwigs-Universität in Freiburg i. B.

Vorgelegt von
Joseph Dietz
aus Bayreuth

1935.

Druck von Jos. Uhlein, Münnerstadt.

Dekan: Professor Dr. Wegner
Referent: Professor Dr. Bohnenkamp

Gedruckt mit Genehmigung der Medizinischen Fakultät
der Universität Freiburg i. Br.

R. UNIV
BIBLIOTHEEK
LEIDEN

Unsere Kenntnis von der Energieabgabe des Menschen weist noch große Lücken auf. Das ist zum Teil durch die Größe des Menschen bedingt, welche den Aufbau der notwendigen Versuchsanlagen für manche Messungen schwierig macht, vor allem aber durch die mannigfachen Wechselwirkungen zwischen Umgebung und Versuchsperson und durch die Regulationsvorgänge, die dem Lebewesen zum Unterschied vom unbelebten Körper vielfältig zur Verfügung stehen. Der Stand unseres Wissens läßt sich in grober Uebersicht folgendermaßen festlegen:

Der Gesamtumsatz des Menschen ist, besonders für Ruhe- und Gleichgewichtsbedingungen, ziemlich gut bekannt, sowohl aus indirekten Bestimmungen durch Messung des Gaswechsels, als auch direkt durch Kalorimeteranordnungen. Doch sind hier die Beziehungen zu den Einflüssen der Umgebungsbedingungen noch nicht vollständig bekannt.

Größere Schwierigkeiten bereitet die Erfassung der einzelnen Abgabeanteile, aus denen sich der Gesamtumsatz zusammensetzt (1). Als Beispiel sei erwähnt, daß noch nicht einwandfrei geklärt werden konnte, ob zwischen Umsatz und Wärmeverlust durch Wasserverdampfung (bzw. zwischen Strahlung und Wasserverdampfung) ein eindeutiger, gesetzmäßiger Zusammenhang besteht, oder ob der Körper die Möglichkeit hat, bei gleichen äußeren Bedingungen den Anteil der Wasserverdampfung am Umsatz (durch Aenderung der Durchblutungsverhältnisse) in gewissen Grenzen zu verändern (2.) Meßtechnisch ist die Wasserabgabe mit den neuen hochbelastbaren und doch empfindlichen Wagen verhältnismäßig leicht zu bestimmen.

Viel schwieriger aber liegen die Verhältnisse bei der Energieabgabe durch Leitung und Konvektion und durch Wärmestrahlung. Für die Leitung und Konvektion liegen erst vereinzelte Versuche und Berechnungen vor; außerdem besteht die Möglichkeit, diesen Posten durch Abzug der übrigen, besser bekannten Anteile vom gesamten Umsatz zu erhalten, was freilich eine beträchtliche Unsicherheit bedingt.

Mit der Strahlung befassen sich eingehendere Untersuchungen. Es sind hier verschiedene Möglichkeiten gegeben. Einerseits kann man die Strahlung aus der Strahlungsfläche und ihrer mittleren Temperatur nach dem Stefan-Boltzmann'schen Gesetz, das für den Menschen mit großer Annäherung gilt, berechnen. Die Bestimmung beider Größen ist aber schwierig. Ein elektrisches Verfahren für die Strahlungsfläche entwickelten Bohnenkamp, Pasquay und Bandow (3.), das auch den Flächenwerten dieser Untersuchung zu Grunde liegt. Die Temperatur einer einzelnen Hautstelle kann heutzutage mit ausreichender Genauigkeit gemessen werden (4); die mittlere Strahlungstemperatur ist daraus aber nur mit erheblicher Unsicherheit zu gewinnen, weil die Bewertung der zu einem einzelnen Meßpunkt gehörigen Fläche schwierig ist; außerdem sind sehr viele Einzelmessungen hierzu erforderlich. Daher bildeten Bohnenkamp und Bandow ein bolometrisches, integrierendes Verfahren aus (5)[1]. Die erreichbare Genauigkeit ist wohl größer als bei den sonst bisher bestehenden Möglichkeiten, ist aber doch noch unbefriedigend; denn die Fehlergrenze erreicht sicher 0,5 ° C, was etwa 10% des Strahlungswertes entspricht. Eine grundsätzliche Schwierigkeit für dies Verfahren, das weiter unten nochmals kurz beschrieben wird, liegt darin, daß der Meßdraht die Haut unmittelbar berührt.

Zur Ermittelung der Gesamtstrahlung wurde von Bohnenkamp und Ernst (7) eine Methode ausgearbeitet, bei der über Einzelmessungen von Projektionsflächen (photographisches Verfahren) und Hauttemperaturen (Strahlungsmessungen) integriert wird. Eine solche Bestimmung ist aber sehr schwierig und mühevoll und kommt für Reihenversuche nicht in Frage.

Es besteht also ein Bedürfnis danach, die gesamte Energieabstrahlung des Menschen unter geeigneten Bedingungen in einem einzigen Versuch zu ermitteln, in solcher Weise, daß keine Einwirkung des Meßgerätes auf die Oberfläche der Versuchsperson stattfindet, und daß die Strahlung unabhängig von den auf andere Art vom Körper abgegebenen Energiebeträgen erhalten wird. Die Aufgabe der vorliegenden Arbeit war es, mit einem großräumigen Bolometer Vorversuche in dieser Richtung anzustellen; sie sollten die Empfindlichkeit einer solchen Messung zeigen und uns überhaupt Erfahrungen verschaffen, welche die Grundlage für die vorgesehene feinere Ausführung einer derartigen Versuchsanordnung bilden können.

---

1) Dasselbe Meßprinzip wandte Burton an (6), der aber die mittlere Hauttemperatur, nicht die mittlere Strahlungstemperatur bestimmt, außerdem ist sein Verfahren nicht auf den ganzen Menschen angewandt worden.

Die Versuchsanordnung.

Nur für den stehenden und unbekleideten Menschen ist eine klare Uebersicht über die verschiedenen Wege der Energieabgabe möglich. Damit ist allerdings der Verzicht auf vollständige Ruhe gegeben, da ja das Stehen eine gewisse Beanspruchung bedeutet. Im übrigen werden aber Grundumsatzbedingungen eingehalten. Die Raumtemperatur muß, um Wärmeregulationen auszuschließen, 24—26° C betragen.

Die Versuchsanordnung muß so beschaffen sein, daß sie eine möglichst geringe Veränderung der Umweltbedingungen bedeutet. Dies wird in den mehrfach ausgeführten, großen Kalorimeteranordnungen, in denen die gesamte Energieabgabe gemessen wird (allenfalls unter gesonderter Ermittlung der Wasserdampfabgabe) dadurch erreicht, daß passende Luft- bzw. Wasserströme die entstehenden Wärmemengen dauernd wegführen und für gleichmäßige Umweltverhältnisse sorgen (8).

Bei uns wurde der Versuchsraum sehr groß gewählt und nicht dicht abgeschlossen, sodaß die Aenderungen für die Versuchsperson unerheblich sind, wie besondere Proben zeigten. Die großen räumlichen Abmessungen wurden auch aus dem Grunde gewählt, daß Leitung und Konvektion möglichst nicht auf die Bolometerdrähte einwirken konnten, sondern nur die Strahlung; die durch die beiden Vorgänge erwärmte Luft sollte vorher aufsteigen und so unwirksam werden. Der Aufbau war im einzelnen folgender: Es wurde ein Gestell aus 2 cm starken Holzrahmen zusammengesetzt. Die Höhe betrug 2,50 m, der Querschnitt war 6eckig, mit 1,40 m Seitenlänge. Dieses Gestell wurde ringsherum mit 0,2 mm starkem, schwarz emailliertem Kupferdraht gleichmäßig mit 2 cm Abstand bespannt. Ebenso auch die Bodenfläche unter Freilassen einer passenden Aussparung für den kleinen Standschemel und zum Zugang. Der Widerstand der ganzen Wicklung betrug etwa 960 Ohm. Die Decke blieb zunächst frei; über Teiländerungen, die im Laufe der Versuche vorgenommen wurden, wird weiter unten noch berichtet. Mit dicken Konstantandrähten war die Gestellwicklung an eine Wheatstone'sche Brückenschaltung angeschlossen, deren Einstellung mit fein unterteiltem Kurbelwiderstand erfolgte. Die Ableseanordnung befand sich in einem besonderen Zimmer. Als Nullinstrument diente ein empfindliches Drehspul-Spiegelgalvanometer von Hartmann und Braun mit Fernrohrablesung.

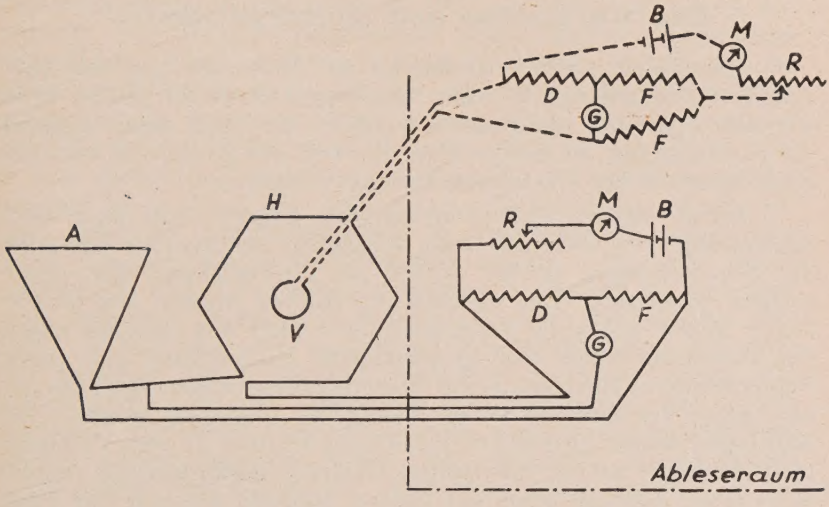
Bei einer Betriebsstromstärke von 40 Milliamp. und einer Einstellung von 250000 „Widerstandseinheiten“[1]) war eine Aenderung um eine WE noch deutlich erkennbar, was einer Temperaturänderung der Gestellwicklung um 0,001 Grad C entspricht. Eine halbe Teilfläche des Gestells war als Tür ausgebildet. Die Bespannung des Türrahmens war gleichartig wie am Hauptteil des Gestelles und bildete unmittelbar einen Teil des ganzen Bolometerdrahtes. — Die Versuchsperson stand auf einem niedrigen, mit Wachstuch überzogenen Schemel inmitten des Gestells. — Zum Vergleich wurden auch große Metallzylinder angewandt, deren Herrichtung weiter unten beschrieben wird. Durch die Strahlung des Versuchskörpers (Mensch oder erwärmter Zylinder) wird der Draht des Gestelles („Bolometerdraht“) erwärmt und ändert dementsprechend seinen elektrischen Widerstand. Diese Aenderung wird in der angegebenen Schaltung durch eine Ablenkung des Galvanometers aus der Ruhelage erkennbar. Die Ablesung erfolgt entweder unmittelbar in Teilstrichen der Skala, deren Spiegelbild im Fernrohr mit Fadenkreuz beobachtet wird, oder es wird durch Nachstellen des Widerstandes um eine Anzahl von WE die Nullstellung des Galvanometers wieder erreicht. Aus der Widerstandsänderung kann die Temperaturänderung des Drahtes leicht ermittelt werden. Doch ist deren Betrag nur ein Relativmaß der gesuchten Wirkung, sodaß die Umrechnung der Widerstandsänderungen in Temperaturen für die praktische Durchführung unterbleiben kann.

Die Aufstellung der ganzen Anlage geschah in der geräumigen Badeabteilung der Würzburger Medizinischen Klinik; ein besserer, großer, genügend stark heizbarer Raum stand leider nicht zur Verfügung; unsere Versuche waren zum Teil durch thermische Unruhe beeinträchtigt. Es wurde versucht, dies auszugleichen durch ein zweites, gleichartig hergerichtetes, kleineres, aber gleich hohes Gestell, das in die Brücke mit eingeschaltet wurde (vergl. Skizze); es hatte dreieckigen Querschnitt. Der Widerstand der Wicklung betrug 130 Ohm.

Die nähere Beschreibung der elektrischen Bestimmung der Strahlungsfläche der Versuchsperson soll hier unterbleiben. Sie ist anderenorts eingehend erfolgt (3); dort ist auch die Beziehung zu den von Du Bois ermittelten Flächenwerte, wie sie in verschiedenen Tabellenwerken niedergelegt sind, erörtert. Im Mittel ist für Männer die Strahlungsfläche zu 81 v. H. der Du Bois-Fläche anzusetzen. — Ueber die Bestimmung der Strahlungs-

1) Abkürzung: WE. Der zugehörige Ohmbetrag ist gleichgültig, da es sich ja nur um Vergleichsbestimmungen handelt. Eine WE. betrug bei uns 0,1 Ohm.

temperatur von Zylindern und Menschen ist hier folgendes zu sagen: Der Versuchskörper wird mit einem 0,2 oder 0,3 mm starken Kupferdraht spiralig gleichmäßig umwickelt; dabei werden beim Menschen die Zwischenräume zwischen den Beinen, zwischen Arm und Rumpf usw., die gegeneinanderstrahlen, also nach außen mehr oder weniger unwirksam sind, glatt überbrückt. An einigen Stellen muß der Draht, um ein Abgleiten zu verhindern,



Schematisches Schaltbild.

Ausgezogene Linien: Brückenanordnung zur Messung der Gesamtstrahlung im großräumigen Bolometer. Gestrichelte Linien: Brückenanordnung zur Messung der Temperatur der Strahlungsfläche mit anliegendem Bolometerdraht. Es bedeutet: H das Hauptgestell, A das Ausgleichsgestell, V den Versuchskörper (Zylinder, Mensch). Ferner in beiden Stromkreisen: D die drehbaren Ablesewiderstände, F feste Widerstände, G die Galvanometer, an denen die Stromlosigkeit der Brücke abgelesen wird. Den Betriebsstrom liefern die Batterien B, seine Größe wird durch den Widerstand R geregelt und am Milliampèremeter M abgelesen. — Um die Uebersicht nicht zu stören, ist der Stromkreis, der zur Heizung des Meßzylinders dient, nicht eingezeichnet.

mit kleinen Leukoplaststreifen befestigt werden. Er darf nicht zu locker sein, aber auch nicht so straff gespannt werden, daß er einschneidet. Das Meßprinzip ist hier dasselbe, wie bei der Gestellwicklung angegeben: Wheatstone'sche Brückenschaltung; Betriebsstrom wenige Milliamp.; als Ablese- bzw. Nullinstrument diente uns ein Schleifengalvanometer der Firma Zeiß. Als Ausgangswert wird der Widerstand des Drahtes bei bekannter Temperatur bestimmt: Er wird dazu auf eine Rolle gewickelt und in ein Doppelwandgefäß eingesetzt.

Die Versuche mit Eichzylindern.

Messungen wurden wechselnd mit Menschen und mit Eichzylindern vorgenommen. Zur besseren Uebersicht sollen diese Versuche getrennt dargestellt werden. Es sind dabei zugleich die Aenderungen zu beschreiben, die wir auf Grund der erzielten Ergebnisse an der Gestellbespannung vornahmen.

Schon unsere Anfangsmessungen zeigten, daß auch nach Aufstellung des zweiten, zum Ausgleich bestimmten Gestelles die Schwankungen größer waren als die Wirkung der untersuchten Strahlung. Den elektrischen Aufbau prüften wir in einfacher Weise auf seine Zuverlässigkeit: Statt des Gestells wurde ein passendes Stück von gleichartigem Kupferdraht auf einem Papierrahmen aufgespannt; die Widerstandsschwankungen blieben aus, wenn der Rahmen in ein Glasgefäß eingesetzt wurde. Die Störungen waren also durch thermische Unruhe in dem Versuchsraum bedingt, welche die beiden Gestelle ungleichmäßig erfaßte. Wir haben deshalb jedes der beiden Gestelle für sich mit Packpapier umhüllt (Boden und Decke blieben frei). Dadurch trat eine wesentliche Besserung ein, und außerdem wurde die Strahlungswirkung erheblich verstärkt, jedoch ohne daß die Temperatursteigerung eine dem Versuchsablauf störende Höhe erreichte (0,1—0,2 Grad C).

Eine vollständige Bespannung der Deckenflächen wurde nicht vorgenommen, um nicht den Luftabzug zu behindern; doch haben wir für einen großen Teil unserer Messungen eine Teilbedeckung in folgender Weise ausgeführt: 9 Quadrate mit einer Seitenlänge von 30 cm (zusammen also 8100 cm^2 Fläche) wurden mit etwa 80 m Bolometerdraht bespannt, der außen genau wie die Mantelfläche des Gestells mit Packpapier bedeckt war und außerdem innen gegen unmittelbare Einwirkung aufsteigender erwärmter Luft durch dünnes Cellophan geschützt wurde. Die quadratischen, drahtbespannten Rahmen wurden gleichmäßig über die obere Oeffnung des großen Gestelles verteilt und waren natürlich an

die Bolometerschaltung angeschlossen. Bei dem kleinen Ausgleichsgestell wurde ein entsprechender Teil der Oberfläche gleichartig bedeckt.

Der eine Eichzylinder hatte eine Höhe von 170 cm und einen Durchmesser von 40 cm, also eine Oberfläche von 23860 cm^2. Er wurde mattschwarz angestrichen und mit Draht umwickelt, sodaß seine Oberflächentemperatur nach dem oben beschriebenen Verfahren bolometrisch bestimmt werden konnte. Dieser Meßdraht wurde mit überstrichen und mit einem außerdem zusätzlich aufgewickelten zweiten Draht verglichen; letzterer ergab eine Temperaturerhöhung, die nur um 2% geringer war. Auch ein Vergleich mit blankem Kupferdraht zeigte keinen wesentlichen Unterschied. Eine elektrische Heizvorrichtung wurde in das Innere des Zylinders eingesetzt; sie bestand in der letzten Ausführung aus 21 m Nickelindraht von etwa 100 Ohm Widerstand, wobei die untere Hälfte rund doppelt so dicht umwickelt war, um eine passende Temperaturverteilung an der Außenwand des Zylinders zu erzielen, die auch wieder bolometrisch durch Anlegen einzelner Drahtwindungen in verschiedener Höhe oder mittels Thermosäule geprüft werden konnte. Da sich ferner herausstellte, daß die Wärmeabstrahlung nach oben zu groß war, wurde zwischen Deckel und Heizgestell eine Asbestplatte eingelegt. Damit aus der langsamen Erwärmung des Zylinders beim Anheizen keine Meßschwierigkeiten entstehen, wurde die Heizung schon vor dem Einbringen des Zylinders in das Gestell begonnen. Für einen zweiten kleineren, gleichartig hergerichteten Zylinder gelten folgende Maße: 122 cm Höhe, 25 cm Durchmesser, 10550 cm^2 Oberfläche. Heizvorrichtung aus 25 m eines 0,6 mm starken Nickelindrahtes, wieder in der oberen und unteren Hälfte im Verhältnis 1 : 2 gewickelt; Stromstärke einige Amp. In einigen Versuchen wurde dieser Zylinder auch mit heißem Wasser gefüllt.

Die Höhe des Standschemels über dem Boden betrug 10 cm; wurde der Eichzylinder 44 cm höher aufgestellt, so änderte sich der Ausschlag bei dem großen Versuchskörper nur um wenige v. H. im Sinne einer Senkung. Bei dem kleinen Meßzylinder trat eine stärkere Aenderung auf.

Ergebnisse: Die Strahlung berechnet sich nach dem Stefan-Boltzmann'schen Gesetz:

$$E_{Str} = O_W \times (T_H^4 - T_U^4) \times F.$$

Darin bedeutet E_{Str} die Strahlungsmenge je Flächeneinheit in der Zeiteinheit; O_W die Strahlungsfläche, die beim Zylinder mit der geometrischen Oberfläche zusammenfällt; $(T_H\ T_U)$ die

Temperatur der Strahlungsfläche (Umgebung), gerechnet vom absoluten Nullpunkt an (also t_H bzw. t_U in Grad C + 273). Der Zahlenwert des Faktors F ist für unsere vergleichenden Versuche ohne Belang. Erwähnt sei, daß nach Ueberschlagsbestimmungen der zugeführten elektrischen Energie der Wärmeverlust durch Strahlung im Mittel reichlich 70% ausmacht, sodaß knapp 30% für Leitung und Mitführung verbleiben. Dabei ist als Strahlungstemperatur die bolometrisch gemessene mittlere Temperatur des Zylindermantels eingesetzt.

Zur Meßweise ist folgendes zu bemerken: Ein Einfluß des Heizstroms der Gestellwicklung war in unserem Bereich nicht erkennbar; es ändert sich nur die Empfindlichkeit, die ja dem Betriebsstrom der Brückenanordnung proportional ist. Um allmähliche Aenderungen der Raumtemperatur, die während der Messung um mehrere $^1/_{100}$ Grad C eintraten, auszugleichen, wurden mehrfache Messungen des Widerstandes des leeren Gestelles eingeschoben. Luftbewegung durch ein großes, langsam laufendes Flügelrad brachte keine Verbesserung des Messverlaufes. Die Umgebungstemperatur wurde hauptsächlich zwischen den beiden Gestellen an mehreren Punkten unter Mittelung bestimmt; eine Korrektur für die Erwärmung des Innenraumes des Kalorimeters ist an den Zahlenwerten der Tabellen bereits angebracht, indem zur gemessenen Umgebungstemperatur der Erwärmungsbetrag durch den Versuchskörper hinzugezählt ist. (100 WE entsprechen 0,1° C); diese Korrektur ist aber unbedeutend. Zwischen je zwei Messungen ist jedesmal eine Wartezeit notwendig, da eine erhebliche Trägheit vorhanden ist.

In der Tabelle 1 sind Vergleichsbestimmungen an den beiden Eichzylindern zusammengestellt. Besonders gut untereinander vergleichbar ist die vierte Zahlengruppe, da sie aus einer geschlossenen Meßreihe stammt. Die Spalte $^{O}W^{X}$ $(T_H{}^4 - T_U{}^4)$ gibt ein Relativzahl für die Strahlung.

Tabelle 1.

Messungen an Eichzylindern.

Zylinder	t_H °C	t_U °C	relative Strahlungswerte	Wirkung WE	Wirkung rel. Strahl.Wert.
1. Kleiner	37,0	26,2	1290	208	0,161
Großer	32,25	26,2	1600	214	0,134
2. Kleiner	37,3	26,2	1325	231	0,175
Großer	32,5	26,2	1670	221	0,132
3. Kleiner	31,05	25,4	655	99	0,151
Großer	28,8	25,4	880	132	0,150
4. Kleiner	36,25	24,7	1360	190	0,140
Großer	31,2	24,7	1690	210	0,124
Kleiner	33,1	24,7	975	147	0,151
Großer	29,4	24,7	1220	157	0,129

Erläuterung: Die relativen Strahlungswerte sind aus der Strahlungsfläche und den maßgebenden Temperaturen berechnet nach der Beziehung $O_W \times (T_H^4 - T_U^4)$. Die gefundene Wirkung ist in Widerstandseinheiten WE angegeben. Für die Zahlen der letzten Spalte ist diese Wirkung durch die relative Strahlungszahl geteilt worden.

Man erkennt, daß zwischen den beiden Zylindern eine Abweichung in dem Sinne besteht, daß der kleinere eine verhältnismäßig stärkere Wirkung hervorbringt als der größere Meßzylinder. Um dies deutlicher zum Ausdruck zu bringen, ist in einer weiteren Spalte der Quotient Wirkung am Gestell: Relative Strahlungszahl angegeben worden. Die Aufklärung des Unterschiedes zwischen den beiden Meßzylindern ist uns auch in weiteren Versuchen, die hier nicht einzeln beschrieben werden sollen, nicht gelungen; es wurde dabei der Zylinder mit einem rauhen, schwarzen Tuch bekleidet, das auch befeuchtet werden konnte und es wurde die Aufstellung des Zylinders im Innenraum des Gestelles verändert.

Versuche am Menschen.

Aus den Messungen mit den Metallzylindern ergab sich, daß trotz der beschriebenen und noch nicht aufgeklärten Mängel der beschrittene Weg zur Bestimmung der integralen Strahlungstemperatur des Menschen gangbar sein dürfte. Obgleich eine vollkommene Auswertung aus dem angegebenen Grunde bisher noch nicht möglich ist, wurden Versuche an Menschen angestellt, damit

die Meßverhältnisse zunächst wenigstens grundsätzlich erprobt werden konnten.

Der Meßverlauf war mit Versuchspersonen im Gestell der gleiche, wie für die Eichzylinder beschrieben. Die mittlere Strahlungstemperatur wurde wieder bolometrisch mit umgewickeltem Draht bestimmt, die Strahlungsfläche gesondert aus der elektrischen Kapazität (3). Im Allgemeinen konnten wir nicht unter Grundumsatzbedingungen arbeiten; doch ruhte sich die Versuchsperson vor der Messung lange Zeit aus. Die relative Feuchtigkeit hatte mittlere Werte.

Es ergibt sich eine verhältnismäßig zu hohe Wirkung durch die Versuchsperson; denn daß die durch anliegenden Bolometerdraht bestimmte mittlere Strahlungstemperatur in solchem Maße zu tief gemessen wird, kommt nicht in Frage, wenn man unsere sonstige Kenntnis in Betracht zieht. Es würden sich sonst Strahlungsbeträge ergeben, die mit dem gesamten Energieumsatz nicht vereinbar sind (vergl. hierzu z. B. die Meßreihen von Fürst und Rohe, 2). Es ist zu vermuten, daß die Unstimmigkeiten der beiden Eichzylinder untereinander und das Nichtzusammenpassen der Werte für Zylinder und Menschen durch ungleichmäßige Erfassung der Strahlung nach oben und unten und durch verschiedene Mitwirkung von Leitung und Konfektion bei verschieden geformten Körpern bedingt ist; eine sichere Aussage lässt sich ohne weitere Versuche nicht machen. Eine meßtechnische Verfeinerung wäre noch bei der Ermittelung der Umgebungstemperatur in Betracht zu ziehen. Ferner muß der Untersuchungsraum gegen äußere Einflüsse besser geschützt sein, wenn auch so große Aufwendungen, wie sie z. B. Noyons (8) machte, für unsere Zwecke wohl nicht notwendig sein werden.

Schluß: Es wird eine großräumige Bolometeranordnung aufgebaut, um Strahlungsmessungen am Menschen in einem integrierenden Versuch ohne Berührung der Haut ausführen zu können. Zum Vergleich dienen zwei große Metallzylinder, deren Strahlungstemperatur ebenso wie die der Versuchspersonen durch auf die Oberfläche gewickelten Draht bolometrisch gemessen wird. Es zeigt sich, daß eine ausreichende Empfindlichkeit leicht erreichbar ist. Es werden Erfahrungen über die zweckmäßige Ausführung einer solchen Anlage und über die Meßweise gesammelt. Beim Vergleich der Wirkungen von Menschen mit denen der Eichzylinder ergeben sich grobe Unstimmigkeiten, deren Ursachen trotz mannigfacher Abänderungen der Versuchsbedingungen noch nicht gefunden werden konnten.

Tabelle 2.

Messungen an Männern.

O_W cm²	t_H °C	t_U °C	relative Strahlungswerte	Wirkung WE	Wirkung rel. Strahl.Wert.
13300	29,85	23,65	890	165	0,185
14000	30,0	24,0	905	220	0,243
13700	31,0	24,5	970	187	0,193
14000	31,4	25,8	860	166	0,193
14700	30,55	24,2	1010	195	0,193
15900	30,6	24,5	1050	200	0,190

Die Tabelle enthält die unter den zuletzt entwickelten Meßbedingungen vollständig durchgeführten Versuche. Die Uebereinstimmung der in der letzten Spalte wiedergegebenen Quotienten ist überraschend gut, wenn man von dem einen stark herausfallenden Werte absieht. — Es sei noch auf die Erläuterungen zur Tabelle 1 verwiesen.

Herrn Prof. Dr. H. Bohnenkamp danke ich für die Anregung zu dieser Arbeit und für ständige Förderung bei den Versuchen; ebenso Herrn Dr. F. Bandow für vielfache Hilfe. Die elektrischen Meßgeräte wurden Herrn Prof. Bohnenkamp von der Deutschen Forschungsgemeinschaft zur Verfügung gestellt.

Literatur.

1. Zusammenfassende Darstellungen mit weiteren Literaturangaben: H. Bohnenkamp, Ergebn. Physiol. 34, 848, 1932. — K. Büttner, Veröff. d. Preuß. Meteorol. Inst. Nr. 404, 1934.
2. K. Fürst, Diss. Würzburg 1934. — J. Rohe, Diss. Würzburg 1934.
3. H. Bohnenkamp und W. Pasquay, Pflügers Arch. 228, 79, 1931. — F. Bandow und H. Bohnenkamp, Pflügers Arch. 236, 427, 1935.
4. Zusammenfassung: H. Pfleiderer und K. Büttner, Grundlagen der Hautthermometrie, Leipzig 1935.
5. H. Bohnenkamp, Verh. d. Dtsch. Ges. f. inn. Med. 45. Kongreß 1933, S. 365.
6. A. C. Burton, Am. J. Physiol. 105, 15, 1933 und J. Nutrit, 7, 481, 1934.
7. H. Bohnenkamp und H. W. Ernst, Pflügers Arch. 228, 40, 63, 1931.
8. A. K. Noyons, The Differential Calorimeter. Louvain 1927. Dort weitere Literatur und Darstellung der geschichtlichen Entwicklung.

Lebenslauf.

Als Sohn des Regierungsrates Amandus Dietz und seiner Ehefrau Anna, geb. Deinzer, wurde ich, Josef Bruno Dietz am 28. April 1910 zu Bayreuth geboren. Ich besuchte daselbst die Volksschule und trat 1920 in das dortige humanistische Gymnasium über. Von September 1925 bis 1929 war ich infolge Versetzung meines Vaters nach Münnerstadt am dortigen humanistischen Gymnasium, an dem ich im März 1929 das Zeugnis der Hochschulreife erhielt. Im Sommersemester 1929 immatrikulierte ich mich erstmalig an der Med. Fakultät der Universität Würzburg. Mein 5. und 6. Semester verbrachte ich in Jena, wo ich am Ende des 5. Semesters im Sommer 1931 die ärztliche Vorprüfung bestand. Anschließend studierte ich ein Semester in Innsbruck und kehrte dann wieder nach Würzburg zurück. Im Herbst 1934 legte ich an der Universität in Würzburg das Med. Staatsexamen ab.